

## Vers des indicateurs de fonctions écologiques

### Liens entre biodiversité, fonctions et services

*L'évaluation des services rendus à l'homme par les écosystèmes (forêt, zone humide, prairie, récif corallien, etc.) est une approche émergente pour évaluer la biodiversité. Or, pour la mener à bien, il est essentiel de mieux connaître les fonctions écologiques, c'est-à-dire les processus qui permettent le fonctionnement et le maintien des écosystèmes, et qui sont à l'origine des services.*

*Une première étape de l'évaluation, présentée, a été d'identifier des indicateurs pertinents pour qualifier et quantifier ces fonctions. Elle a porté sur les services de support (formation des sols, cycle des nutriments...) et de régulation (qualité de l'eau, de l'air...) qui sont produits par la seule action de la nature.*

*Cette approche est novatrice car elle met l'accent sur des processus parfois méconnus. Elle devrait permettre l'évaluation des écosystèmes selon leur fonctionnalité, en prenant ainsi en compte les espèces communes et non plus les seules espèces rares ou patrimoniales.*

L'évaluation de la biodiversité émerge comme un élément d'éclairage essentiel dans l'élaboration des politiques publiques pouvant interagir avec la biodiversité. Elle vise à favoriser la comparaison et la mise en cohérence avec les autres enjeux sociaux, par exemple dans le cadre de l'évaluation socio-économique des investissements publics. Elle peut ainsi être mobilisée dans la définition de programmes de conservation des écosystèmes et dans le développement de la comptabilité environnementale, mais aussi pour l'évaluation de projets pouvant lui porter atteinte.

A la suite du Millenium Ecosystem Assessment (cf. encadré 1), cette évaluation peut être réalisée à travers celle des services rendus par les écosystèmes, c'est-à-dire les bénéfices retirés par l'homme des processus biologiques. Les travaux de recherche sur les fonctions écologiques, parmi lesquels s'inscrit la présente étude, consolident les bases de l'évaluation des écosystèmes.

#### Les fonctions écologiques au cœur de la biodiversité et des services

Ce sont les fonctions écologiques qui assurent la capacité des écosystèmes à faire face à des perturbations et à se maintenir dans un état favorable à la production des services. Ces fonctions sont au cœur de la relation entre la biodiversité des écosystèmes (état) et la production de services dont bénéficie la société (flux); elles sont une étape indispensable pour passer de l'évaluation physique à l'évaluation économique des écosystèmes (figure 1).

Il importe de les caractériser de manière qualitative et quantitative et de définir les liens entre biodiversité, fonctions et services. Des pistes d'indicateurs de fonctions peuvent alors être proposés.

La première réflexion décrite ici, établie sur la base de la connaissance actuelle, est exploratoire. Elle repose sur des concepts qui ne font pas encore consensus au sein de la communauté scientifique et qui sont susceptibles d'évoluer avec les avancées de la recherche.

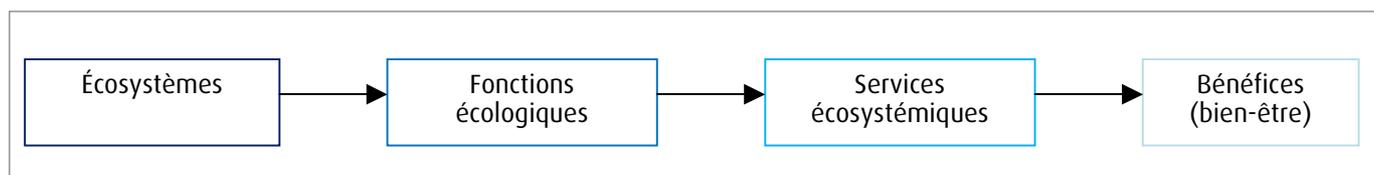
#### Les définitions retenues

Les fonctions écologiques sont définies comme les processus biologiques qui permettent le fonctionnement et le maintien des écosystèmes (vision écologique), et les services écosystémiques comme les bénéfices retirés par l'homme des processus biologiques (vision économique).

#### Les fonctions à l'origine des services de régulation et de support

Le choix des fonctions écologiques à étudier est primordial : l'enjeu n'est pas de les lister toutes mais d'identifier celles qui sont à l'origine de la production des services écosystémiques.

Pour cela, seules ont été retenues les fonctions associées aux services de régulation et de support car les processus impliqués dans la réalisation de ces services existent sans intervention humaine. Au contraire les services d'approvisionnement et culturels nécessitent majoritairement une intervention de l'homme pour se réaliser.

**Figure 1 : De l'évaluation écologique à l'évaluation économique – les relations entre écosystèmes, fonctions, services et bénéfices**

Source : MEEDDM/MNHN « Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France »

Pour ces deux catégories de services, de régulation et de support, treize fonctions écologiques ont ainsi été recensées, correspondant à dix-huit services.

### Une connaissance plus fine des liens entre écosystèmes, fonctions et services

Cette démarche a permis de décrire la relation entre les écosystèmes, les fonctions et les services en tenant compte du fait qu'un service est en général assuré grâce à plusieurs fonctions et, inversement, qu'une fonction peut contribuer à la réalisation de plusieurs services (liens non bijectifs, figure 2). De la même façon, un écosystème peut être à l'origine de la réalisation de plusieurs fonctions, et une fonction peut être assurée par différents écosystèmes.

En s'intéressant aux espèces qui forment des groupes fonctionnels, elle a pris en compte des espèces communes et non seulement des espèces rares ou protégées.

### Une typologie adaptée et une cartographie des écosystèmes pour appréhender les fonctions

Une typologie et une cartographie des écosystèmes présents en France ont permis de recenser et de localiser les fonctions écologiques identifiées.

Cette typologie s'appuie sur la base de données d'occupation des sols Corine Land Cover (voir Glossaire), croisée avec d'autres bases de données afin de mieux rendre compte des caractéristiques biologiques des milieux et d'obtenir des échelles de représentation plus

pertinentes pour l'analyse des fonctions écologiques.

La nomenclature retenue est centrée sur les biotopes (voir Glossaire) et leurs caractéristiques biologiques afin d'appréhender les fonctions inhérentes à chaque milieu naturel.

### Proposition d'indicateurs de fonctions écologiques

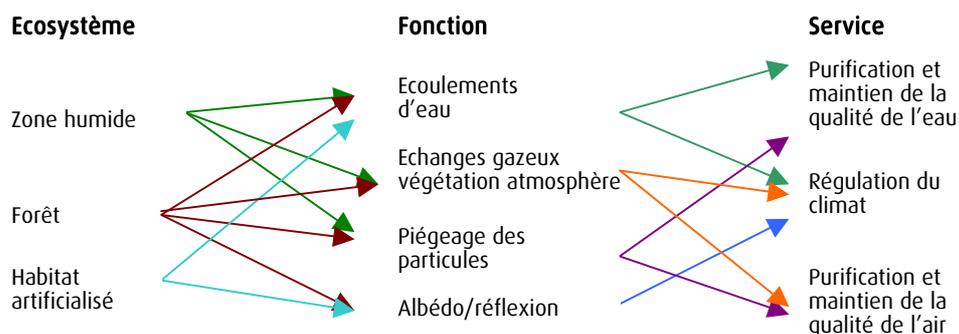
Pour chaque fonction écologique, sont proposés une description des processus biologiques qui la caractérisent, sur la base des facteurs les plus déterminants pour la production des services, ainsi qu'un ou plusieurs indicateurs potentiels (qui ne sont pas tous mentionnés ici) (figure 3).

Les indicateurs ont vocation à être utilisés *in fine* pour l'évaluation économique des services rendus par les écosystèmes. Des indicateurs ont déjà été développés dans d'autres contextes mais sans faire le lien entre les fonctions et les services (encadré 2).

### Des résultats à consolider et à approfondir

D'autres études pourraient être menées pour consolider et approfondir ces résultats. Il s'agirait notamment de tester et de valider les indicateurs de fonctions proposés. A partir de ces indicateurs, la recherche pourrait se pencher sur la possibilité et l'opportunité de définir des valeurs seuils, c'est à dire des valeurs au-delà desquelles les écosystèmes ne sont plus en mesure de fournir l'intégralité des services.

**Figure 2 : Liens non bijectifs entre écosystèmes, fonctions et services**  
(échantillon de fonctions et de services associés à trois écosystèmes)



Source : MEEDDM/MNHN « Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France »

**Figure 3 : Fonctions écologiques : description des processus et propositions d'indicateurs**

<b>Fonctions</b>	<b>Description des processus biologiques</b>	<b>Indicateurs proposés</b>
<b>Échanges gazeux</b>	Ces échanges se font à l'interface entre plusieurs milieux, principalement entre l'atmosphère et la végétation (cf. photosynthèse : absorption de CO <sub>2</sub> et rejet d'O <sub>2</sub> par les végétaux).	<b>densité de la végétation/ biomasse ; production primaire ; abondance en phytoplancton.</b>
<b>Autoépuration de l'eau</b>	Un ensemble de processus biologiques et chimiques permettent l'élimination de substances présentes dans l'eau.	<b>diversité et abondance de micro-organismes invertébrés ; structure du sol ; densité et diversité végétale.</b>
<b>Piégeage de particules</b>	Les plantes (feuillage) constituent un filtre naturel qui piège les particules de l'eau ou de l'air, ou favorise leur dépôt en diminuant les vitesses des vents et des courants.	<b>densité de la végétation ; taux de sédimentation, diversité et abondance en invertébrés aquatiques.</b>
<b>Transports solides</b>	Dans les rivières et cours d'eau, les transports solides de sédiments interviennent quand la vitesse du courant est supérieure à la vitesse de sédimentation. En milieux non aquatiques, les matières solides sont transportées par l'eau de ruissellement ou le vent.	<b>stabilité structurale des sols ; énergie cinétique des cours d'eau.</b>
<b>Résistance de la végétation aux perturbations</b>	La structure et le complexe sol-racines des peuplements végétaux jouent un rôle dans la réponse de la végétation aux forces des vents. La composition et la structure des peuplements végétaux conditionnent leur résistance aux feux. La présence de la végétation constitue une barrière naturelle qui limite la progression de l'avalanche.	<b>diversité des systèmes racinaires ; horizons organiques des sols ; quantité de bois mort ; taux d'humidité.</b>
<b>Rétention de l'eau dans les sols et les sédiments</b>	Les caractéristiques des sols et des sédiments conditionnent l'infiltration de l'eau provenant des précipitations, et la recharge des nappes souterraines. La capacité de rétention de l'eau a un rôle dans la limitation des risques d'inondations et d'érosion des sols.	<b>structure des sols ; densité végétation/feuillage.</b>
<b>Ecoulements d'eau</b>	La présence d'eau de surface ou dans le sol a une influence sur le climat local, en jouant sur l'humidité et les températures.	<b>débits ; stabilité des sols ; recouvrement de la couverture végétale.</b>
<b>Effet albédo/réflexion</b>	L'albédo correspond à la portion d'énergie solaire réfléchi par rapport à l'énergie solaire incidente arrivant sur une surface. Il est lié à la capacité des surfaces à absorber ou réfléchir la lumière (influence sur le climat local).	<b>recouvrement de la couverture végétale.</b>
<b>Approvisionnement des sols et des sédiments en matière organique</b>	L'approvisionnement en matière organique des sols dépend de la restitution de la biomasse au sol et de sa nature.	<b>biomasse végétale ; densité de la végétation.</b>
<b>Décomposition de la matière organique du sol, recyclage des éléments nutritifs</b>	La microfaune du sol (bactéries, champignons) et la macrofaune assurent la décomposition de la matière organique par dégradation métabolique aérobie.	<b>diversité et abondance en microorganismes et faune du sol ; types d'humus ; qualité de la matière organique.</b>
<b>Formation de la structure des sols et processus de sédimentation</b>	Les processus de formation des sols et de sédimentation dépendent des caractéristiques physiques et chimiques des sols, et des microorganismes et de la faune du sol.	<b>densité et diversité de la végétation ; taux de sédimentation.</b>
<b>Interactions biotiques : prédation-parasitisme-compétition</b>	L'ensemble des relations trophiques assure une régulation entre les différentes espèces. Ces processus contribuent au contrôle biologique, en limitant les parasites et la prolifération d'espèces. D'autres interactions sont à souligner, comme la pollinisation.	<b>diversité et abondance en nématodes, arthropodes, prédateurs ; idem en oiseaux, batraciens, reptiles.</b>
<b>Habitat / biotope</b>	Chacune des fonctions identifiées ci-dessus ne peut être remplie qu'en présence de certaines conditions biotiques et abiotiques. Par exemple, certaines espèces ont besoin d'un habitat spécifique pour leur reproduction. Si cet habitat est dégradé, l'espèce ne peut se reproduire et ne se maintient pas.	<b>surface d'habitat favorable ; abondance et diversité de groupes fonctionnels ; connectivité et fragmentation.</b>

Source : MEEDDM/MNHN « Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France »

**Encadré 1****Une démarche internationale d'évaluation**

L'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire (MEA pour Millennium Ecosystem Assessment), réalisée entre 2001 et 2005, par 1 400 scientifiques, dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, (PNUE) identifie 31 services rendus par les écosystèmes et les classe en quatre catégories : services d'approvisionnement (matières premières, par exemple : fibres textiles, pêche), de support (structure du sol), de régulation (du climat, de l'eau) et culturels. Sur cette base, elle met en évidence le rôle de la biodiversité dans la production de la plupart des biens et services fournis à la société. Déclinée au niveau de la France (étude à paraître en 2010), la typologie du MEA recense une quarantaine de services rendus par les écosystèmes sur le territoire français (métropole et outre-mer).

Dans ces prolongements, un rapport sur l'économie des écosystèmes et de la biodiversité (TEEB pour The Economics of Ecosystems and Biodiversity), sera présenté à la communauté internationale à Nagoya en octobre 2010. Il évaluera le coût économique de la perte de biodiversité et la richesse qu'elle représente. Il vise également à proposer une boîte à outils pour mieux intégrer la biodiversité dans les politiques publiques et privées, en soulignant la valeur des services rendus par les écosystèmes.

**Encadré 2****Un exemple d'utilisation d'indicateurs de fonctions écologiques : la compensation des zones humides aux Etats-Unis**

Dans les années 1970, les Etats-Unis ont développé une politique visant à éviter toute atteinte aux zones humides. Le principe est que tout hectare de zone humide détruit par un projet d'aménagement, doit être compensé par la restauration d'au moins un hectare de zone humide équivalent. Pour établir l'équivalence entre la zone humide détruite et celle qui est restaurée, les aménageurs ont recours à une méthodologie qui s'appuie sur des indicateurs de fonctions écologiques. Celle-ci vise à ce que la zone humide restaurée (servant à la compensation) soit située dans la même zone géographique et fonctionnelle que celle qui a été détruite.

**Glossaire**

**Biodiversité** : variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes.

**Biotope** : milieu biologique déterminé offrant des conditions d'habitat stables à un ensemble d'espèces animales ou végétales.

**Corine Land Cover** : base de données géographiques construite à partir d'images satellitaires et fournissant des données d'occupation des sols (produite dans le cadre du programme européen de COordination de l'INformation sur l'Environnement).

**Ecosystème** : milieu qui se caractérise par la flore et la faune qui le composent ainsi que par son environnement physique, et leurs interactions.

**Fonctions écologiques** : processus biologiques qui permettent le fonctionnement et le maintien des écosystèmes.

**Services écosystémiques** : bénéfices retirés par l'homme de processus biologiques.

**Pour en savoir plus :**

**Cet article a été rédigé par**  
**Delphine MORANDEAU**

Tél. : 01 40 81 71 17

**Pierre MEIGNIEN**

Tél. : 01 40 81 80 65

L'étude complète « Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France », réalisée par le Muséum National d'Histoire Naturelle, est disponible sur le site du ministère [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr), rubrique Publications collections « Etudes et documents ».

Elle a été pilotée par :

**Commissariat général au Développement durable**

**Delphine MORANDEAU et Pierre MEIGNIEN**

**Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature**

**Audrey COREAU et Vanessa NUZZO**

**Commissariat général au développement durable**

**Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable**  
Tour Voltaire  
92055 La Défense cedex  
Tel. : 01.40.81.21.22

**Directrice de la publication**  
Françoise Maurel

**Rédacteur en chef**  
Laurence Demeulenaere

**ISSN**  
2100-1634

**Dépôt légal**  
Mai 2010